

밀링가공에서 급속이송 제거를 위한 DB구축 및 CAM 시스템 개발

Development of DB Construction and CAM System for Remove of Rapid Feed at Milling

손영지*, 광창식(동아대 대학원), 김순경(동의공전), 전언찬(동아대)

Young-Ji Son*, Chang-Shik Gwak(Dong-A Univ. Graduate),

Soon-Kyung Kim(Dong Eui Tech. Jr. College), Eon-Chan Jeon(Dong-A Univ.)

ABSTRACT

NC code has to be made after changing the drawing information to DXF file, the converting file. Arranging the information ordered irregularly when DXF file is made decrease the unnecessary time of rapid feed during working and the DATA capacity when the information is changed.

This CAM program can be used easily for the beginner of the minor enterprises. The connection of operations and the use of GUI increase business efficiency.

Key Words : CAD/CAM(전산응용설계/가공), Shoe mold(신발금형), Expert System(전문가 시스템)

1. 서론

현재 신발산업은 신발의 다양한 모델과 크기에 따라 생산해야 할 신발제품이 급증하고 있으며 신속한 제품생산을 위해 개발되어지는 금형도 따라서 급증하고 있다. 이로인해 금형을 개발하는 업체는 설계, 가공에 있어서 불량률 감소와 시간의 단축을 필요로 하게 되었다. 이를 위해 CAD/CAM 분야가 절실하게 필요하게 되었으며 지속적인 성능 및 기능의 발전을 보이고 있다.^{1, 2)} PC급에서는 범용인 AutoCAD를 비롯하여 MicroStation, CADRA, P-CAD, Omega, Master CAM 등이 있고 EWS로는 CATIA, CADAM이 대표적이다.

하지만 소자본인 중소기업의 입장에서는 장비도 고가이지만 소프트웨어 또한 고가여서 엄두를 내지 못하는 실정에 있으며 또한 시스템간의 포맷이 다른 원인으로 데이터의 교환에 있어서 불편함을 가지고 있다. 또한 프로그램의 숙련자를 양성하는데 필요한 시간적 경제적 투자가 많고 작업자마다 데이터 작성이 다르게 되며 작업자들의 높은 이직률로 균일한 품질을 가지기 어려운 문제들이 있다.

이런 일련의 문제들을 해결하기 위하여 NC 코드의 올바른 생성과 시뮬레이션의 효과 및 불량률 감소를 위한 국내외 연구도 계속적으로 활발히 진행하

고 있다. NC 절삭과정의 그래픽 시뮬레이션에 대한 연구³⁾와 플라스틱 사출금형을 위한 CAM시스템 개발의 연구도 있었다.⁴⁾ 모델링 방법을 단순화하고 가공방법을 표준화시킨 전문가 유리재단 전용 CAM 시스템 개발하였고⁵⁾ 선삭용 대화형 프로그래밍 시스템을 CNC 장비에 직접 적용하여 프로그래밍 시간을 줄이도록 한 연구가 있다.⁶⁾

본 연구에서는 신발 금형의 가공에 사용되는 밀링용 NC 코드 생성을 위해 범용 CAD 시스템을 바탕으로 설계에서 NC 코드의 자동 생성까지를 같은 시스템에서 할 수 있게 하여 작업자의 안정, 작업시간의 감소, 데이터간의 호환을 최대한 효율적으로 할 수 있도록 중소기업형 프로그램을 개발하였다.

2. 시스템의 개발 조건

신발 금형을 생산하기 위하여 고려해야하는 것은 Fig. 1에 나타낸 것처럼 원단의 돌출부분 형상, 가장자리의 절단선부분 및 Layout 등이다. 원단의 돌출부분은 금형의 상판과 하판을 요철로 만들어 Deepdrowing을 하듯이 눌러서 성형을 하게 되는데 원단이 찢어지는 현상을 방지하기 위해 원단의 두께만큼 여유(clearance)를 주게된다. 금형에 가열을 하여 누르기 때문에 성형된 원단은 본래 모습으로 되

돌아오지 않게 된다. 가장자리 절단선부분은 디자인된 제품을 절단하기 위하여 칼날선(cutting line)과 같은 뾰족한 형상으로 급형을 가공하게 되는데 이를 위하여 공구는 각진 엔드밀을 사용하게 된다. Layout은 원단의 불필요한 소모를 방지하기 위해 필요하다. 이는 공구경로가 절단선을 교차하지 않는 범위에서 나열을 해야 한다.

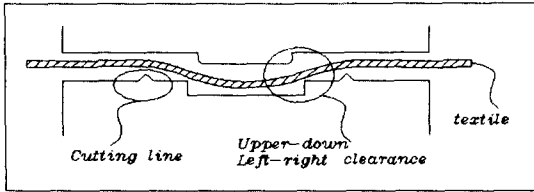


Fig. 1 Model of shoe mold

각 내용들을 고려하였을 때 원안대로 CAD 시스템에서 설계를 하게 된다. 본 연구에서는 범용인 AutoCAD를 사용하여 Drawing 파일을 작성하고 가공정보를 만들기 위해 각 라인 및 원호의 요소(Entity)들을 Layer별로 분류한 다음 자체 변환기를 사용하여 각 Layer마다 교환파일인 DXF 파일로 변환해 주었다. DXF 파일은 ASCII 파일로 되었으며 각 요소에 대한 정보를 일정한 규칙으로 형성하고 있다. 즉, 직선이나 원, 호 등은 시작점이나 끝점, 중심점, 시작과 끝 각도등을 가지고 있는 코드로 구성되어 있다. 이 코드들이 가지고 있는 정보는 가공을 위한 중요한 정보이며 NC 코드를 생성하는데 필요

Table 1 Comparison of DXF code and G code

DXF code	Import	G code	Import
Line			
0	Entity Name	G00	Rapid Feed
10	X of Start		
11	X of End		
20	Y of Start	G01	Cutting Feed
21	Y of End		
Arc or Circle			
0	Entity Name	G00	Rapid Feed
10	X of center point	G02	Arc cutting feed(CW)
20	Y of center point		
40	Radius	G03	Arc cutting feed(CCW)
50	Start point angle		
51	End point angle		

하다. Table 1은 DXF 코드와 NC 코드를 비교하여 보여주고 있다. 실은 DXF 코드 인 경우에는 Table 1에 나타난 것 이외에 더 많은 요소들이 표준화되어 있고 G 코드인 경우에도 공구의 이송에 사용되어지는 G 코드 이외에도 많은 코드가 표준화되어 있다.

본 실험에서 사용한 장비로는 펜티엄 166 MHz, RAM 32M인 PC를 사용하였으며 CNC 장비로는 기아중공업의 KV35C 머시닝센터를 사용하였다. 급형의 소재로는 SM45C, 400x400x20(mm)를 사용하였다. 개발한 프로그램의 정상적인 작동을 확인하였다.

AutoCAD R13과 DCL(Dialog Control Language), ADS(AutoCAD Development System), AutoLISP등의 개발 환경을 사용하였다. DCL은 초심자도 쉽게 사용할 수 있도록 GUI(Graphic User Interface)를 지원하고 있으며 ADS는 C언어의 기능을 AutoCAD와 접목할 수 있도록 상호 통신역활을 하기 때문에 처리속도를 향상시켰다. Fig. 2는 CAM 시스템을 개발하기 위해 사용된 환경을 보여주고 있다.

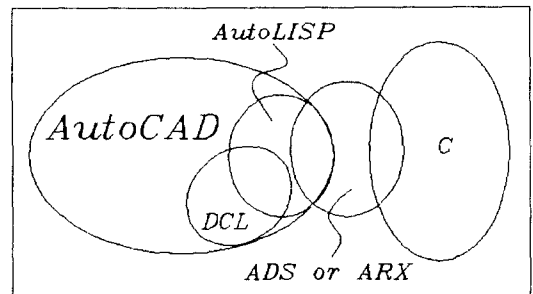


Fig. 2 Configuration for CAM program development

3. 새로운 시스템의 구조 및 평가

3.1 데이터베이스 구축

생성된 DXF 파일을 이용하여 NC 코드화 할 때 공구 경로가 되는 각 점점의 좌표를 데이터베이스화 하고 정보를 검색하여 급속이송이라는 불필요한 시간적 낭비 요소를 제거할 수 있도록 하여야 한다. DXF 파일의 순차적 정보는 공구경로에 필요한 순서대로 생성되지 않는다. Fig 3의 예에서처럼 하나의 직선이나 원호를 그린다음 다음의 경로를 위해 급속이송을 하게 된다. 즉, ③번, ⑤번 및 ⑦번의 G00이 불필요하게 자동 생성이되며 이는 가공에 있

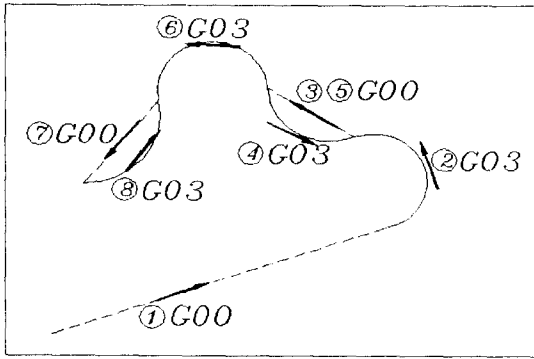


Fig. 3 Path of tool

어서 시간 지연이 된다.

이 급속이송을 연결된 가공 정보로 바꾸어주기 위해서는 각 끝점간의 정보를 비교하여 중복이 되는 요소가 있으면 바로 다음의 위치로 이동을 시켜 그만큼의 시간 감소를 시킬 수 있다. 그러기 위해서는 각 공구경로의 끝점에 대한 데이터베이스 구축은 필수적이 되는데 Fig 4는 각 요소의 끝점에 대한 정보를 데이터베이스화 시킨 그림이다.

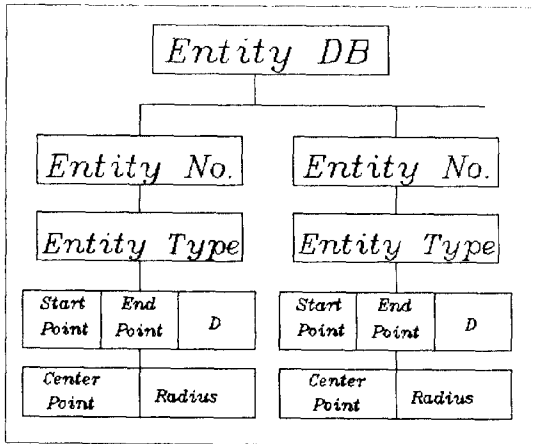


Fig. 4 Construction of database for cutting information

각 요소에 대한 일련번호(No.)를 부여하고 요소에 대한 유형(Type) 즉, 직선 또는 곡선에 대한 정보를 기억시켜 놓는다. Start Point와 End Point에는 그 요소에 대한 시작점과 끝점의 정보를 기억시킨다. D에는 회전방향에 대한 기억을 시키는데 원호인 경우

DXF에서는 항상 반시계방향(CCW)을 사용하는 특성이 있다. 초기치는 0(CCW)을 사용할 것이며 끝점의 위치가 바뀔 때는 1(CW)로 변화시켜 준다. 중심점(Center Point)과 반지름(Radius)에 대한 정보는 직선인 경우에 nil의 값을 갖도록 하였다.

3.2 급속이송(G00) 제거

정보구축이 되면 각 정보를 비교하여 불필요한 급속이송을 제거한다. 그 제거 과정은 다음 단계를 따른다.

Step 1. 첫 번째 요소를 기준으로 삼는다.

Step 2. 기준 요소의 끝점이 비교 요소의 시작점이나 끝점과 같은 것이 있는지 검색하여 있으면 기준 요소의 다음번째 순서로 이동한다.

Step 3. 비교 요소의 시작점과 같으면 Step 4.로 가고 끝점과 같으면 시작점과 끝점의 값을 바꾼 뒤 회전 방향(D)에 1의 값을 넣는다.

Step 4. 기준 요소의 순번을 다음번째로 넘긴다음 비교 요소가 없으면 종료하고 있으면 Step 2.로 간다.

순차 처리가 끝나게 되면 정보의 순서대로 G 코드를 생성하게 된다. 그 과정은 다음 단계를 따른다.

Step 1. NC의 초기 설정 값들을 기록한다.

Step 2. 첫 번째 요소를 기준으로 한다.

Step 3. 현재의 위치와 기준 요소의 시작점의 위치가 다르면 급속이송(G00)을 한다.

Step 4. 요소의 유형에 맞추어 G01과 G03을 선정한다.

Step 5. 끝점의 정보에 따라 X, Y의 값을 기록하고 G03인 경우에는 중심점 I, J에 대한 값을 기록한다.

Step 6. 회전 방향(D)이 1인 경우는 G03을 G02로 다시 수정한다.

Step 7. 기준 요소를 다음 순번으로 넘긴다. 다음 요소가 있으면 Step 3.으로 가고 없으면 Step 8.로 간다.

Step 8. NC의 종료 설정값들을 기록한다.

3.3 GUI를 사용한 Dialog Box

영세한 중소기업 입장에서 컴퓨터를 사용하는 설계/가공 전문가를 항상 고정적으로 고용하기는 힘든 일이다. 또한 업체에서는 항상 초보자를 교육시키는데는 것도 어렵기 때문에 본 프로그램은 초보자가 특

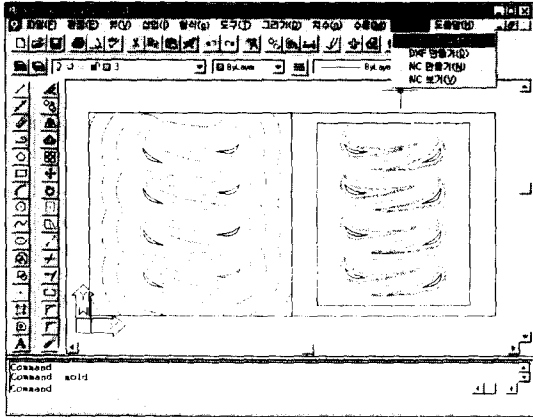


Fig. 5 Construction of the MENU for the beginner

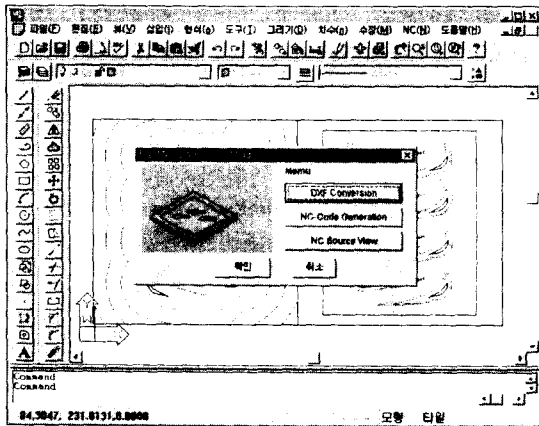


Fig. 6 Initial screen after running the program

정한 교육이 없이 쉽게 사용해야 한다는 점에 주의를 두었다. Fig 5는 사용자가 본 프로그램을 쉽게 실행시키기 위해 MENU를 구성시킨 모습이다. 물론 Command상에서 이 프로그램을 실행시킬 수 있다.

Fig. 6에서 Fig. 9까지는 사용자의 편의를 제공하기 위하여 GUI(Graphic User Interface)를 사용하였다.

Fig 6은 프로그램을 실행시킨 초기 화면의 모습이 다. 이 화면은 DXF Conversion, NC 코드 Generation, NC Source View의 세가지 메뉴를 가지고 있으며 원하는 메뉴를 마우스버튼으로 클릭하여 사용할 수 있도록 되어 있다. DXF Conversion버튼은 현재의 도면 정보를 DXF 파일 생성하는데 사용되며 NC 코드 Generation버튼은 이미 생성되었는

DXF 파일을 NC 파일로 변환하는데 사용된다. NC Source View버튼은 생성된 NC 파일을 볼 수 있도록 하였다.

Fig 7은 DXF Conversion의 화면이다. 여기에 Current Screen all과 Select object의 두가지 라디오버튼이 있다. Current screen all버튼을 선택하면 현재 CAD 화면의 모든 요소들을 DXF 파일로 변환하게 되고 Select object버튼을 선택하게 되면 필요한 요소만 선택하여 DXF 파일로 변환하게 된다. 오른쪽의 Save file name은 DXF 파일로 저장할 파일명을 물어보는 것이다.

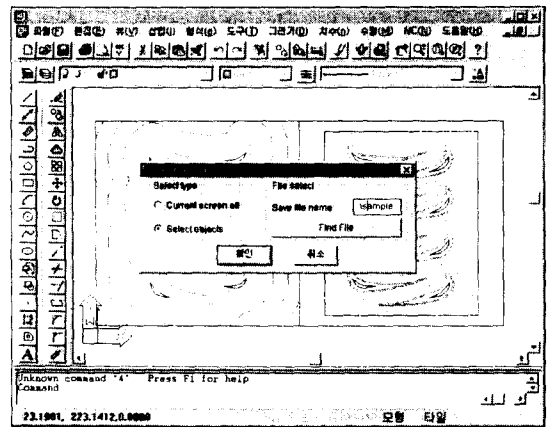


Fig. 7 Conversion screen for DXF code generation

Fig 8은 NC 코드 Generation화면을 보여주고 있는데 이것은 DXF 파일을 NC 파일로 변환해주는 부분이다. File select의 부분에서 사용할 DXF 파일과 생성할 NC 파일을 선택하게 하였으며 생성할 NC 파일은 기존의 NC 파일과 같은 이름을 사용할 경우 데이터의 손실을 막기 위해 경고 메시지를 보내준다. 오른쪽의 Option select부분은 공작기계의 제반 환경의 값을 설정하기 위해 초심자도 쉽게 사용할 수 있도록 값을 입력하도록 하였다. Tool(공구)은 모두 평 엔드밀을 사용하게 되는데 $\varnothing 3$, $\varnothing 10$, $\varnothing 20$ 등을 선택할 수 있도록 하였고 각진 엔드밀과같은 특정공구는 $\varnothing 3$ (각), $\varnothing 10$ (피어싱용)처럼 쉽게 구분할 수 있도록 하였다. 가공 깊이(Deep dist), 회전수(rpm) 및 이송속도(mm/min)는 직접 입력하도록 하였다. Advance option버튼은 더 세세한 조건을 선별적으로 입력하도록 하였다.

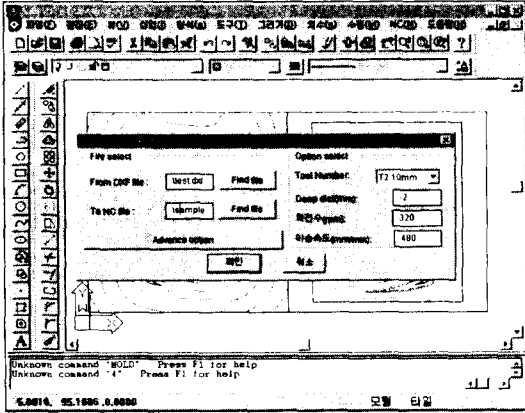


Fig. 8 Screen for NC-code generation

Fig 9는 NC Source View의 화면을 나타낸 것이다. 생성된 NC 프로그램의 내용을 볼 수 있도록 하였다.

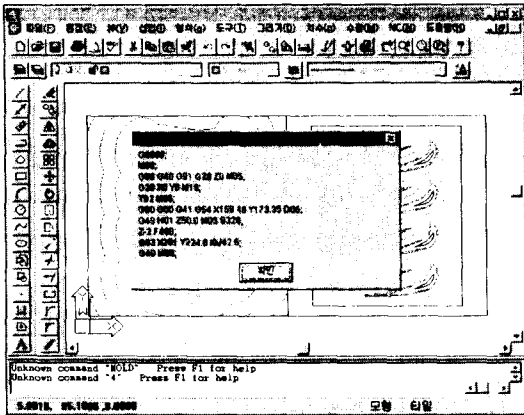


Fig. 9 Screen of NC source view to see NC program

3.4 적용에 대한 평가

DXF 데이터 생성은 AutoCAD 자체 명령을 사용하여도 문제시 되는 것은 없으나 각각의 요소를 Layer별로 분류하여 데이터 변환하기에는 작업자의 손길이 많아 숙달 정도에 따라 수분이 소요된다. 본 프로그램도 역시 자체 명령을 사용하였으나 옵션의 선택 및 Layer별 분류를 자동화하여 DXF 데이터 생성 시간이 길게는 4초가량 소요되었다. NC 데이터의 생성에 있어서 본 프로그램과의 비교를 위하여 시중에 많이 사용하고 있는 Omega CAM을 이용하

였다. 총 가공 길이 12,664.30mm의 NC 데이터를 비교 분석하였다. 본 프로그램에 의한 NC 데이터는 급속이송이 5,639mm가 생성되었다. 이송속도 480mm/min을 기준으로 하였을 때 기계 사용을 위한 준비시간을 포함하여 본 프로그램은 37분42초, Omega는 52분21초가 소요되었다. 데이터의 용량은 불필요한 급속이송을 줄임으로써 28kbyte에서 15kbyte로 약13kbyte만큼 줄일 수 있었다. CAM 프로그램을 초보자에게 숙달시키기 위한 시간은 본 프로그램은 30분 정도가 필요한데 비해 Omega CAM 프로그램은 3개월이상 소요되는 것으로 추정된다. 또한 고가의 CAM 프로그램을 구매하는 것에 비해 기존 사용하고 있던 AutoCAD를 바탕으로하여 경제적 부담을 줄일 수 있다.

Table 2는 본 연구에 의한 CAM 프로그램과 Omega CAM 프로그램과의 효율성 비교를 나타내었다.

Table 2 Comparison of Omega CAM and new CAM

Item	Omega CAM	New CAM
DXF generation time (sec)	-	4
NC generation time (sec)	21	9
Distance of rapid feed (mm)	8,173	5,639
Real cutting time (min)	52.21	37.42
Data capacity (byte)	28,326	15,446

4. 결론

중소기업 입장에서는 기능이 다양한 거대한 프로그램은 사실상 불필요하다. 그들의 생산에 필요한 극소부분을 위하여 고가의 장비를 구입하기 보다는 특정부분에 전문화된 저가 프로그램을 필요로 하고 있다. 본 연구로 개발된 신발금형 가공을 위한 NC 코드 생성 CAM 시스템은 다음과 같이 정리할 수 있다.

1. AutoCAD를 바탕으로 새롭게 구축하여 이기종 시스템 사용에 대한 불편함을 줄일 수 있었다.
2. DXF 코드의 정보를 데이터베이스화하여 정보의 생성시간, 가공시간의 감소등 생산성을 향상시킬 수 있게 하였다.
3. 현장에 필요한 정보만 다루게되는 특화된 전문화 시스템으로 초보자를 위하여 대화형 프로그램을 개발하여 쉽게 숙달할 수 있도록 하였다.

참고문헌

- 1) 프레스와 형기술, (주)첨단, Vol. 10 No. 9, 1997
- 2) Ibrahim Zaid, "Original CAD/CAM Theory and Practice", McGraw-Hill Book Co., -Singapore, pp. 1~28, 1995
- 3) 이철수, 박광렬, "기준평면과 경계상자를 이용한 NC절삭과정의 그래픽 시뮬레이션", 한국 CAD/CAM 학회 논문집 제2권 제3호, 1997
- 4) 조용무, K.K. Wang, "케드환경에서 플라스틱 사출 금형 설계 시스템의 개발", 한국정밀공학회지 제 15권 제2호, 1998
- 5) 이진범, 정희민, 편영식, 주상윤, "유리재단 전용 CAM 시스템 개발", 한국공작기계학회지 제7권 제1호, 1998
- 6) 강성균, "선삭용 대화형 작업자 프로그래밍 시스템", 현대정공 가공기술 솔루션, 1998